

Mikrobe des Jahres 2014

Nostoc – Multitalent mit bewegter Vergangenheit

HARALD ENGELHARDT

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR BIOCHEMIE, MARTINSRIED

10.1007/s12268-014-0431-4
© Springer-Verlag 2014

■ Von Luft und Liebe leben zu können, ist ein glücklicher Ausnahmezustand. Er widerfährt uns selten und ist meist von über-schaubarer Dauer. Mit Licht, Luft und Wasser auszukommen, gelingt der diesjährigen „Mikrobe des Jahres“ hingegen schon seit Menschengedenken und lange davor, seit vermutlich mehr als drei Milliarden Jahren. Und nicht nur das: Sie hat die Natur mit zwei Neuerungen entscheidend geformt und der Evolution den Weg eröffnet, auf dessen mäanderndem Verlauf wir uns gerade gemeinsam befinden. Unser Kandidat heißt *Nostoc* – ein ungewöhnlicher Name, über den noch zu reden ist.

Nostoc ist ein bemerkenswertes Mitglied der Cyanobakterien und Nachfahre jener Mikroben, die eine neue Art der Photosynthese entwickelten. Sie verbanden zwei Photosysteme und nutzten die Energie des Lichts, um Wasserstoffionen aus Wasser abzuspalten, statt aus Schwefelverbindungen. Der dabei entstehende Sauerstoff kam in der

archaischen Atmosphäre nicht vor und reichte sich nun langsam an. Dies bedingte die Entwicklung von Organismen, die Sauerstoff zur Energiegewinnung nutzen. Ein direktes Mitglied des *Nostoc*-Clans [1] stellte die zweite entscheidende Weiche in der Evolution: Es zog vor mehr als einer Milliarde Jahren als Endosymbiont in andere Zellen ein, wandelte sich zum Chloroplasten und ließ aus der Symbiose unsere Pflanzenwelt hervorgehen.

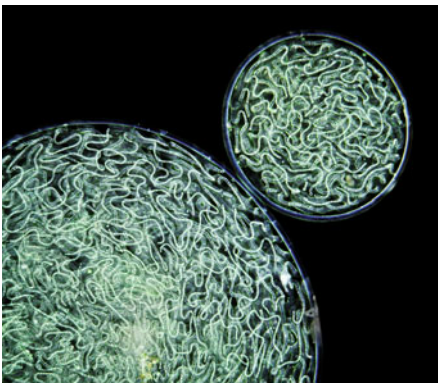
Nostoc nimmt wie andere Phototrophe nicht nur Kohlenstoffdioxid auf, um organische Moleküle zu bilden, sondern führt auch den reaktionsträgen Luftstickstoff in den Stoffwechsel ein. Das macht *Nostoc* erneut für Symbiosen attraktiv, denn Eukaryoten fehlt diese Fähigkeit. *Nostoc* ist z. B. mit Moosen vergesellschaftet und Partner in manchen Flechten. Wir finden *Nostoc* sogar als neue Endosymbionten in einem heimischen Pilz (*Geosiphon pyriformis*) und in großen Pflanzen, dem Mammutblatt (*Gunnera*) und den Palmfarnen (Cycadeen).

Von Natur aus ist *Nostoc* ein unabhängiger und facettenreicher Charakter. Wächst er zu vegetativen Zellketten heran (Hormogonien), bewegen sie sich gleitend über Oberflächen und suchen neue Standorte. Dabei kommunizieren die Zellen einer Kette miteinander, um gemeinschaftlich die gleiche Richtung einzuschlagen. Sind sie angekommen, differenzieren sich einige Zellen zu Heterocysten, die keinen Sauerstoff mehr freisetzen und ganz auf Stickstofffixierung spezialisiert sind. *Nostoc* bildet auch Dauerformen mit dicker Zellwand (Akineten), die unwirtlichen Umweltbedingungen trotzen und jahrelange Trockenheit überstehen können. Manche Arten umgeben ihre Zellfäden mit einer festen Polysaccharidhülle, in der sie ein wässriges Wohnumfeld bewahren, sich darin vermehren und zu einem großen, mit bloßem Auge sichtbaren Gebilde wachsen (Abb. 1). Die Art *Nostoc pruniforme* formt mehrere Zentimeter große

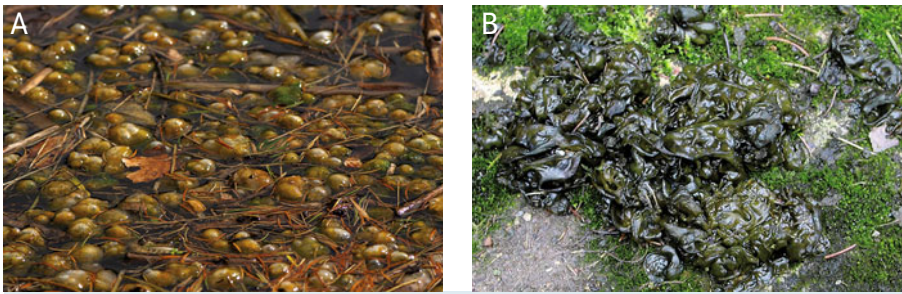
Kugeln, die Teichpflaume (Abb. 2A), die nur in sauberen Seen, Teichen und großen Pfützen gedeiht und gesunde Ökosysteme anzeigt. Es ist ein besonderes Ereignis, sie während eines Spaziergangs in der Natur zu finden, denn *N. pruniforme* gilt als regional gefährdet oder gar verschwunden [2]. Zellfäden von *N. commune* formen grün-braune, unregelmäßige, bis zu handtellergroße „Gallerte“ (Abb. 2B), der man auf kargen Flächen, an Wegrändern und gelegentlich sogar im eigenen Garten begegnen kann. *N. commune* ist ein wahrer Pionier, der mit Wasser und ein paar Mineralien auf unbewachsenen Böden zurechtkommt und sie für spätere Besiedler düngt.

Die Größe der *Nostoc*-Kommunen, ihr Grün, die Vielzelligkeit, Differenzierung und die oxygene Photosynthese ließen früheren Botanikern keinen Zweifel daran, dass *Nostoc* und Verwandte zu den Pflanzen gehören. Sie wurden wegen ihrer Färbung (Phycobiliproteine) als Blaualgen oder Blaugrüne Algen eingeordnet und von Grünalgen unterschieden. Erst vor wenigen Jahrzehnten gab man der Erkenntnis nach, dass sie als Cyanobakterien zu den Mikroorganismen zählen und diese Mikroben offenbar recht komplexe Organismen sein können.

Nostoc hat den Menschen schon vor Jahrhunderten Rätsel aufgegeben und ihre Fantasie bemüht. Wenn die gallertigen Fladen von *N. commune* im Sommer langsam austrocknen und sich die braun verfärbten, papierdünnen Schichten vom Boden nicht mehr abheben, entgehen sie leicht dem Blick. Umso überraschender muss früher ihr Erscheinen gewesen sein, wenn die Gebilde nach Regen wieder aufquollen und wie aus dem Nichts auftauchten. Wetterglitt, Hexenspei, Engelschnäuze, Sternglugge, Sternspei, Engelschnäuze, Sternschnuppen und ähnlich nannte man die rätselhafte Erscheinung in verschiedenen Ländern und Sprachen und erklärte sich so ihre Herkunft. Überirdisch



▲ **Abb. 1:** Kolonien von *Nostoc commune* sind von einer Polysaccharidhülle umgeben und wachsen zu sichtbar großen gallertartigen Gebilden (Bild: Gerd Guenther, 2011 Olympus BiScapes Digital Imaging Competition).



▲ **Abb. 2:** Beispiele der Gattung *Nostoc*. **A,** *Nostoc pruniforme*, die Teichpflaume (Bild: Biopix, Lund). **B,** *Nostoc commune* (Bild: Michael Herdman, Paray-Douville dans les Yvelines).

erschien auch ihr Wesen: Der Arzt und Naturforscher Paracelsus (1493–1541) maß dem Sternschnupfen so große Kräfte zu, dass spätere Alchemisten in ihm sogar den Stein der Weisen vermuteten [3].

Nostoc verdankt Paracelsus auch seinen Namen, den er ursprünglich *Nostoch* schrieb [4]. Er leitete ihn nicht aus dem Lateinischen oder Griechischen ab, die einen passenden Wortstamm nicht bieten, sondern griff wohl eher das niederdeutsche Wort *noster* (Nüstern, schnaubendes Nasenloch [5]) auf, mit dem er auf die Quelle des Sternschnupfens anspielte, und das er vielleicht mit Nasenloch verband, wie es eine reizvolle Erklärung mit *nostril* in englisch-deutscher Variante vorschlug [4]. Damit trägt *Nostoc* seit fast 500 Jahren den ältesten wissenschaftlichen Namen aller Mikroorganismen, obwohl Bakterien als Lebensform erst mit der Erfindung des Mikroskops Ende des 17. Jahrhundert ins Blickfeld der Naturforscher gerieten und *Nostoc* zunächst den Identitätswandel vom astralen Wesen zur Pflanze und dann zum Prokaryoten bewältigen musste.

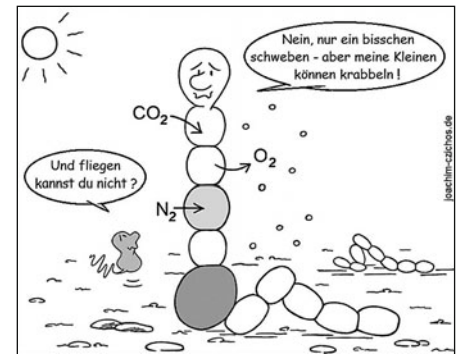
Nostoc wurde vorübergehend auch als *Tremella* (Zitterling) den Pilzen zugerechnet. Als sich 1808 Johann Wolfgang von Goethe bei einem Essen über „Galvanismus, Mysticismus und dergl.“ unterhielt, fiel die Bemerkung,

„... daß man leicht glauben könne, der Messias könne aus Tremellen, die bei Gewitterregen zum Vorschein kommen als eine Gallerte, entstehen“. Goethe war von dem Gedanken angehan und plante ein Gedicht „Maranatha“ oder „Der Herr kommt“ [6]. Doch er führte die Idee nicht aus, und *Nostoc* fand keinen Eingang in die Lyrik. Weitaus prosaischer war die Beachtung, die *Nostoc* unter dem Namen *Ge-Xian-Mi* bereits vor 1.600 Jahren in China genoss und so auch in anderen Ländern gewürdigt wurde: Die Gallerte diente als Nahrungs- und Düngemittel.

Nostoc ist ein biologisches Multitalent (**Abb. 3**) mit faszinierender Geschichte und bestehender Bedeutung für die Natur. Was liegt näher, als *Nostoc* zur ersten Mikrobe des Jahres zu küren! Dessen Familie haben wir es zu verdanken, dass in zwei tiefgreifenden Wendungen der Evolution die Lebensgrundlage von Tier und Mensch entstand. Und dass sie uns heute die Luft zum Atmen gibt und wir nur für die Liebe selbst sorgen müssen...

Literatur

- [1] Deusch O, Landan G, Roettger M et al. (2008) Genes of cyanobacterial origin in plant nuclear genomes point to a heterocyst-forming plastid ancestor. *Mol Biol Evol* 25:748–761
 [2] Täuscher L (2009) Revision der Checkliste und Roten Liste, Symposium des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg, Potsdam



▲ **Abb. 3:** *Nostoc* – ein Multitalent unter den Bakterien (Cartoon: Joachim Czichos, Ettlingen).

- [3] Mollenhauer D (1986) Blaualgen der Gattung *Nostoc*: ihre Rolle in Forschung und Wissenschaftsgeschichte III. *Natur und Museum* 116:43–59
 [4] Potts M (1997) Etymology of the genus name *Nostoc* (Cyanobacteria). *Intl J Syst Bacteriol* 47:584
 [5] Grimm J, Grimm W (1889) *Deutsches Wörterbuch*, Band 13. Hirzel, Leipzig
 [6] Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek (2006) Die Entstehung von Goethes Werken. Band 3, 257–258



Korrespondenzadresse:

Dr. Harald Engelhardt
 Max-Planck-Institut für Biochemie
 Am Klopferspitz 18
 D-82152 Martinsried
 Tel.: 089-8578-2650
 Fax: 089-8578-2641
 engelhar@biochem.mpg.de
 http://mikrobe-des-jahres.de